



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 32 16 516.1  
㉔ Anmeldetag: 3. 5. 82  
㉕ Offenlegungstag: 3. 11. 83

DE 3216516 A1

Ref US 4744618

㉚ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

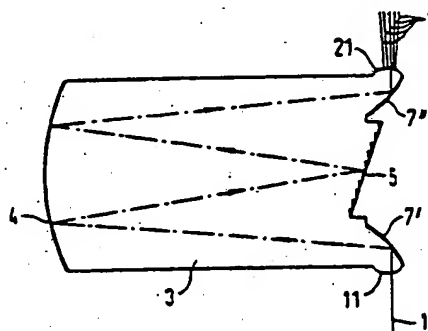
㉛ Erfinder:  
Mahlein, Hans-F., Dr.rer.nat. Dipl.-Phys., 8025  
Unterhaching, DE

㉞ Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:  
NICHTS-ERMITTELT

㉟ Optischer Wellenlängendemultiplexer nach dem Beugungsgitterprinzip

Es wird ein optischer Demultiplexer oder auch Multiplexer nach dem Beugungsgitterprinzip beschrieben, bei dem das Beugungsgitter (5) in Form eines gebrazten Gitters und die Abbildungsoptik in Form eines konkav gewölbten Spiegels (4) auf sich gegenüberliegenden Seiten eines kompakten, transparenten Körpers (3) aufgebracht sind, und bei dem auf oder neben der Beugungsgitterseite räumlich getrennte Koppelflächen (11, 21) vorgesehen sind, zwischen denen das Beugungsgitter (5) angeordnet ist. Die Koppelflächen dienen zum Ankoppeln eines bzw. mehrerer zuführender Fasern (1 bzw. 2) und zum Ankoppeln mehrerer bzw. einer fortführenden Faser (2 bzw. 1). Sie können zur Bildfehlerkorrektur konvex oder konkav gewölbt sein. Zur Bildfehlerkorrektur können zudem Umlenkspiegel (7', 7'') vorgesehen sein. (32 16 516)

FIG 11



Patentansprüche

1. Optischer Wellenlängendemultiplexer nach dem Beugungsgitterprinzip,  
5 mit einem Beugungsgitter,  
mit einer Abbildungsoptik,  
mit einer, in einem Objektraum einer Abbildungsoptik vorgesehenen Koppelfläche, an die ein zuführender Lichtwellenleiter anzukoppeln ist, und  
10 mit einer im Bildraum der Abbildungsoptik vorgesehenen und räumlich von der einen Koppelfläche getrennten weiteren Koppelfläche, an die zwei oder mehrere fortführende Lichtwellenleiter anzukoppeln sind,  
wobei das Beugungsgitter im Strahlengang des von dem an  
15 die eine Koppelfläche angekoppelten zuführenden Lichtwellenleiter abgestrahlt und zwei oder mehrere Wellenlängen enthaltenden Lichts angeordnet ist, und  
wobei die zwei oder mehreren fortführenden Lichtwellenleiter außerhalb der nullten Beugungsordnung des Gitters  
20 in Stellen, an die weitere Koppelflächen anzuschließen sind, in denen Beugungsmaxima der verschiedenen Wellenlängen des Lichts vorhanden sind,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß das Beugungsgitter (5), die Abbildungsoptik in Form  
25 zumindest eines abbildenden Spiegels (4) und die Koppelflächen (11, 21) auf der Oberfläche eines kompakten, transparenten Körpers (3) aufgebracht sind.
2. Demultiplexer nach Anspruch 1, d a d u r c h  
30 g e k e n n z e i c h n e t , daß das Beugungsgitter (5) ein planes, geblaztes Gitter ist, das relativ zur optischen Achse der Abbildungsoptik geneigt ist.
3. Demultiplexer nach Anspruch 2, d a d u r c h  
35 g e k e n n z e i c h n e t , daß das geblazte Gitter

-d.

VPA 82 P 1367 DE

-a-

in den Körper (3) gepreßt oder als Replika-Gitter oder Siliziumgitter auf den Körper (3) aufgekittet ist.

4. Demultiplexer nach Anspruch 3, d a d u r c h  
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Körper (3) zusammen mit dem geblazten Gitter durch Heißpressen von Glas hergestellt ist.
5. Demultiplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Beugungsgitter (5) auf einer Seite des Körpers (3) und der konkav gewölbte Spiegel (4) auf der gegenüberliegenden Seite des Körpers (3) angeordnet sind, und daß die  
15 Koppelflächen (11, 21) wenn nicht auf der einen Seite des Körpers (3), dann neben dieser Seite und in jedem Fall auf beiden Seiten des Beugungsgitters (5) angeordnet sind.
6. Demultiplexer nach Anspruch 5, d a d u r c h  
20 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Spiegel (4) ein zweifach gekrümmter Spiegel ist.
7. Demultiplexer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
25 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Spiegel (4) ein sphärisch oder asphärisch, beispielsweise ellipsoid- oder torusförmig ,gewölbter Spiegel ist.
8. Demultiplexer nach Anspruch 5, d a d u r c h  
30 g e k e n n z e i c h n e t , daß der Körper (3) einen von der einen Seite des Körpers zur gegenüberliegenden Seite verlaufenden Schichtwellenleiter (3'') aufweist, und daß der Spiegel (4) ein zylindrischer Hohlspiegel ist.

9. Demultiplexer nach Anspruch 8, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Körper (3) aus  
zwei Glaskörpern (3', 3'') zusammengesetzt ist.

5 10. Demultiplexer nach Anspruch 9, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Schichtwellen-  
leiter (3''') entweder ein durch Ionenaustausch oder  
durch Einfügen eines dünnen Glasplättchens mit höherem  
Brechungsindex zwischen die Glaskörper (3', 3'') er-  
10 zeugter Wellenleiter ist.

11. Demultiplexer nach einem der Ansprüche 5 bis 10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der  
konkave Spiegel (4), insbesondere der zylindrische Hohl-  
15 spiegel, aus zwei konkaven Spiegeln (4', 4'') zusammenge-  
setzt ist.

12. Demultiplexer nach Anspruch 11, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Koppelflächen  
20 (11, 12) unterschiedlich oder identisch geneigt oder  
insbesondere zur Bildfehlerkorrektur auch konvex oder  
konkav gewölbt sind.

13. Demultiplexer nach einem der Ansprüche 5 bis 12,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß neben  
dem Spiegel (4) Umlenkspiegel (7', 7'') vorgesehen sind,  
die das über die eine neben der einen Seite des Körpers  
(3) angeordnete Koppelfläche (11) eintretende Licht zum  
Spiegel (4) und das von dort kommende Licht zur eben-  
30 falls neben der einen Seite des Körpers (3) angeordneten  
weiteren Koppelfläche (21) umlenken.

14. Demultiplexer nach Anspruch 13, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Umlenkspiegel (7',  
35 7'') totalreflektierende oder verspiegelte Endflächen des  
Körpers (3) sind.

15. Demultiplexer nach Anspruch 13 oder 14, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Umlenkspiegel  
(7', 7'') plan oder insbesondere zur Bildfehlerkorrek-  
tur konvex oder konkav gewölbt sind.

5

16. Demultiplexer nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
neben der einen Seite des Körpers (3) angeordneten  
Koppelflächen (11, 21) insbesondere zur Bildfehler-  
10 korrektur geneigt oder auch konvex oder konkav gewölbt  
sind.

17. Demultiplexer nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 daß zur Aufnahme der Wellenleiter (1, 2) in Form von  
Glasfasern treppenförmige Absätze vorgesehen sind.

18. Optischer Wellenlängenmultiplexer g e k e n n -  
z e i c h n e t d u r c h einen Wellenlängendemulti-  
20 plexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 17,  
der in umgekehrter Richtung betrieben wird.

25

30

35

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA

82 P 1367 DE

5 Optischer Wellenlängendemultiplexer nach dem Beugungs-  
gitterprinzip.

Die Erfindung betrifft einen optischen Wellenlängen-  
demultiplexer nach dem Beugungsgitterprinzip gemäß  
10 Anspruch 1 und wie er beispielsweise aus Electron. Lett.  
16 (1980) S. 108 bekannt ist.

Aus der Literatur ist bereits eine Reihe von Wellen-  
längenmultiplex-Komponenten bekannt, die entweder plane  
15 Beugungsgitter (in Verbindung mit einem Konkavspiegel  
oder einer Linse) oder konkave Beugungsgitter benutzen.  
Konkavgitter sind im Gegensatz zu Plangittern kompli-  
ziert herzustellen.

20 Aus Belovolov. M.I. et al, Third Intern. Conf. Integr.  
Opt. and Opt. Fiber Commun., San Francisco, 1981, Paper  
TUH2 und Laude J.P., Flammand J., Opto, No. 3, 1981, 33  
sind kompakte Aufbauten mit Konkavspiegel bekannt, bei  
denen eine oder mehrere zuführende Glasfaser-Lichtwellen-  
25 leiter und fortführende Glasfaser-Lichtwellenleiter je-  
weils eng benachbart sind, wodurch ihre wechselseitige  
Justierung erschwert wird. Das gleiche gilt für eine Gra-  
dientenlinsenordnung, wie sie aus Kobayashi, K.,  
Seki, M., Quant. Electr. QE-16 (1980) 11 bekannt ist. Bild 6  
30 in dieser Literaturstelle zeigt deutlich den geringen Ab-  
stand zwischen zuführender Faser und fortführender Faser,  
der etwa 50  $\mu$  beträgt und erwarten läßt, daß bei einer,  
beispielsweise zum Justieren notwendigen Translation der  
fortführenden Fasern, auch die zuführende Faser ungewollt  
35 verschoben wird.

Bei dem Aufbau gemäß Opto, Nr. 3 (1981) 33 ist ungünstig, daß ein zweigeteiltes Gitter oder ein Gitter mit einer Öffnung im Zentrum verwendet werden muß.

- 5 Lediglich aus Watanabe R. et al, Electron Lett. 16 (1980) S. 108 gehen Anordnungen hervor, bei denen die zuführende Faser und die fortführenden Fasern räumlich getrennt sind. Der Aufbau ist jedoch wenig kompakt.
- 10 Aufgabe der Erfindung ist es, einen Demultiplexer der eingangs genannten Art anzugeben, der kompakt aufgebaut und einfach herstellbar ist.

- Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des
- 15 Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

- Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen dieses Demultiplexers gehen aus den Ansprüchen 2 bis 17 hervor. Gemäß Anspruch 18 wird aus einem Demultiplexer nach einem
- 20 der Ansprüche 1 bis 17 ein Multiplexer, wenn man ihn umgekehrt betreibt, d.h. die fortführenden Wellenleiter als zuführende Wellenleiter verwendet.

- Die in den Ansprüchen 5 bis 17 angegebenen Ausführungs-
- 25 formen sind in den Figuren 1 bis 11 ganz oder teilweise dargestellt.

- Die Figuren 1 und 4 bis 11 zeigen Draufsichten auf diese Ausführungsformen. Die Figuren 2 und 3 zeigen jeweils
- 30 eine Seitenansicht aus der Richtung A zweier möglicher Ausführungsvarianten der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform.

- In den Figuren sind der zuführende Lichtwellenleiter mit 1,
- 35 der fortführende Wellenleiter mit 2, der transparente, kompakte Körper mit 3, der konkave Spiegel mit 4, das

plane, geblazte Gitter mit 5 und die Koppelflächen mit 11 bzw. 21 bezeichnet.

5 In den Figuren 1 und 7 bis 10 ist das Gitter 5 nicht in Schrägstellung dargestellt. In einer praktischen Ausführungsform muß es aber schräg gestellt werden, wie etwa in der Ausführungsform nach Figur 6 oder Figur 11.

10 Sämtliche dargestellten Ausführungsformen können beispielsweise durch Heißpressen von Glas hergestellt werden. Das vorzugsweise geblazte Gitter 5 kann dabei ebenfalls in den Glaskörper 3 gepreßt oder als Replika-Gitter oder Siliziumgitter aufgekittet werden. Für die Faseraufnahme oder -ankopplung können beispielsweise  
15 treppenförmige Absätze vorgesehen werden, wie dies beispielsweise dem rechten Teil der Figur in der DE-OS 28 28 802 der Fall ist.

20 Die Lichtwellenleiter 1 und 2 sind in den dargestellten Ausführungsformen Glasfasern.

Sämtliche Ausführungsformen sind Demultiplexer, d.h. das mehrere Wellenlängen enthaltende Licht wird über die Faser 1 zugeführt und die getrennten Wellenlängen von den  
25 Fasern fortgeführt.

Durch Strahlumkehr wird aus dem Demultiplexer ein Multiplexer, d.h. die Fasern 2 werden zum Zuführen getrennter Wellenlängen benutzt und die Faser 1 zum Fort-  
30 führen des vermischten Lichts.

Die Figur 2 zeigt die Seitenansicht einer Ausführungsvariante der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ohne Wellenleitung, die Figur 3 dagegen eine Ausführungsform mit Wellenleitung. Im letzteren Fall kann  
35



statt des zweifach gekrümmten Spiegels 4, der sphärisch oder asphärisch, beispielsweise ellipsoidförmig, torusförmig usw. gekrümmt sein kann, auch ein einfacher zylindrischer Hohlspiegel benutzt werden.

5

Für die Ausführungsvariante mit Wellenleitung sind zwei Glaskörper 3' und 3'' vorgesehen. In dem Glaskörper 3' oder 3'' wird der Schichtwellenleiter 3''' entweder durch Ionenaustausch erzeugt, oder es wird ein dünnes Glasplättchen 3' mit höherem Brechungsindex zwischen die Glaskörper 3' und 3'' eingefügt.

10 Gemäß Figur 4 kann der Hohlspiegel 4 aus zwei Hohlspiegeln 4' und 4'' zusammengesetzt sein, die gemäß Figur 5 auch separat hergestellt und mit dem Glaskörper 3 ver-  
15 kittet werden können.

Die rechte Seite des Glaskörpers 3 kann entsprechend den Figuren 6 bis 10 unterschiedlich ausgebildet sein. In  
20 Figur 6 ist das Gitter 5 auch geneigt eingezeichnet, wie es für geblazte Gitter wichtig ist, und wie schon erwähnt, in allen Ausführungsformen der Fall sein sollte.

Die Koppelflächen 11 und 21 können gemäß Figur 7 unterschiedlich oder auch identisch geneigt sein, oder auch  
25 gekrümmt sein, was für eine Bildfehlerkorrektur wichtig ist.

Wie in den Figuren 8 und 9 dargestellt, werden für Anord-  
30 nungen, bei denen die zuführende Faser und die fortführenden Fasern miteinander fluchten sollen, total reflektierende oder verspiegelte Umlenkspiegel 7' und 7'' verwendet, die entweder plan oder zur Bildfehlerkorrektur auch gekrümmt sein können. Zusätzlich können auch hier  
35 die Koppelflächen 11 und 21 für die Bildfehlerkorrektur geneigt oder konvex oder konkav gekrümmt werden.

In der Figur 11 ist eine bevorzugte Ausführungsform in Draufsicht dargestellt, bei der die zuführende Faser 1 und die fortführenden Fasern 2 fluchten und sowohl die Umlenkspiegel 7' und 7'' als auch die Koppelflächen 11 und 21 konkav bzw. konvex gewölbt sind, wodurch eine sehr gute Bildfehlerkorrektur erzielt wird.

Die Reihe von Möglichkeiten zur Bildfehlerkorrektur eröffnet sich durch die räumliche Trennung des zuführenden Wellenleiters 1 und der fortführenden Wellenleiter 2.

In allen dargestellten Ausführungsformen mit Glaskörper 3 ohne Wellenleitung ist der Glaskörper 3 als einstückiger Körper dargestellt. In der Praxis wird dieser Körper in erster Linie aber aus mehreren, vorzugsweise miteinander verkitteten Teilkörpern zusammengesetzt sein. Dies deshalb, weil die Technik des Heißpressens von Glas derzeit nicht alle sechs Flächen eines Glaskörpers, sondern nur einige Seitenflächen, insbesondere sich gegenüberliegende Seitenflächen pressen kann. Man wird aus diesem Grunde mehrere heißgepreßte Körper zu einem kompakten Gesamtkörper 3 zusammenfügen. Es sei aber darauf hingewiesen, daß die einstückige Realisierung, wenn sie bei fortschreitender Verbesserung des Heißpreßverfahrens einmal möglich sein sollte, durch die vorliegende Erfindung mit umfaßt ist.

Es sei auch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsvarianten auf ihrer Gitterseite gestaltet sein kann, wie eine der Ausführungsformen, die in den Figuren 6 bis 11 dargestellt sind, oder anders ausgedrückt, die Körper 3 der Ausführungsformen nach den Figuren 6 bis 11 können Körper ohne Wellenleitung gemäß Figur 2 oder Körper mit Wellenleitung gemäß Figur 3 sein.

Die Wellenleiter 1 und 2 können auch Streifenwellenleiter sein.

Das vorstehend Dargelegte und den Demultiplexer  
5 betreffende gilt in entsprechender Weise für den Multiplexer.

Wesentliche Vorteile der Erfindung liegen noch darin, daß

- 10 1. die zuführende(n) Faser(n) und die fortführende(n) Faser(n) räumlich getrennt sind, woraus eine einfache Faserjustierung und die Serie von Möglichkeiten der Bildfehlerkorrektur resultieren, und
- 15 2. kompakte Aufbauten trotz der räumlichen Trennung der zuführenden Faser(n) und der fortführenden Faser(n) realisiert werden können.

20 18 Patentansprüche  
11 Figuren

25

30

35

-11-  
Leerseite

FIG 1

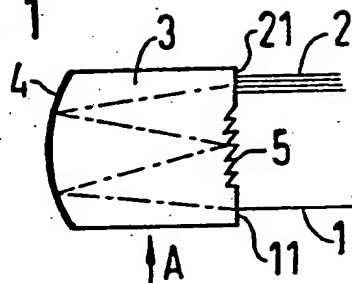


FIG 2

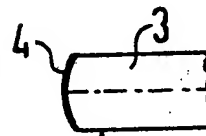


FIG 3

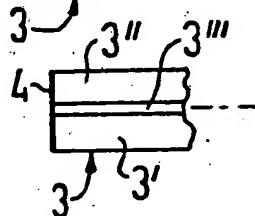


FIG 4

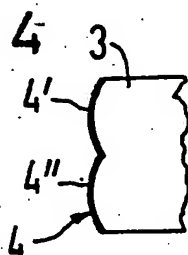


FIG 5

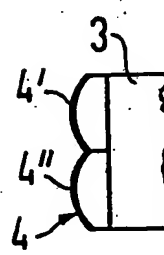


FIG 6

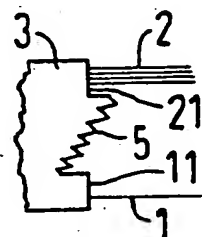


FIG 7

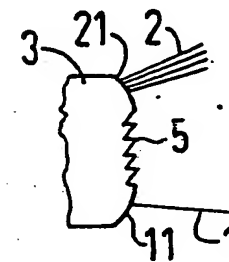


FIG 9

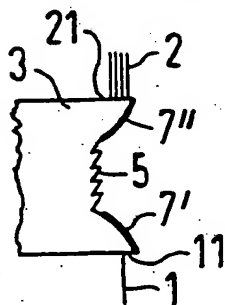


FIG 8

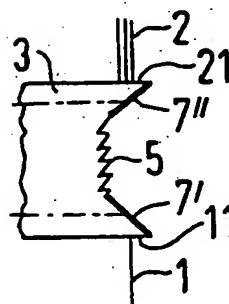


FIG 10

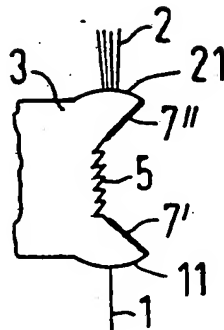


FIG 11

